



Centrum Badawcze PAN  
Konwersja Energii i Źródła Odnawialne  
KEZO



# Technologie i zasoby energetyki lokalnej

## Domowa elektrociepłownia

dr inż. Grzegorz Żywica, dr hab. inż. Dariusz Kardaś

Instytut Maszyn Przepływowych PAN w Gdańsku

80-231 Gdańsk, ul. Fiszera 14

[gzywica@imp.gda.pl](mailto:gzywica@imp.gda.pl)



Unia Europejska  
Fundusz Spójności



# Plan prezentacji

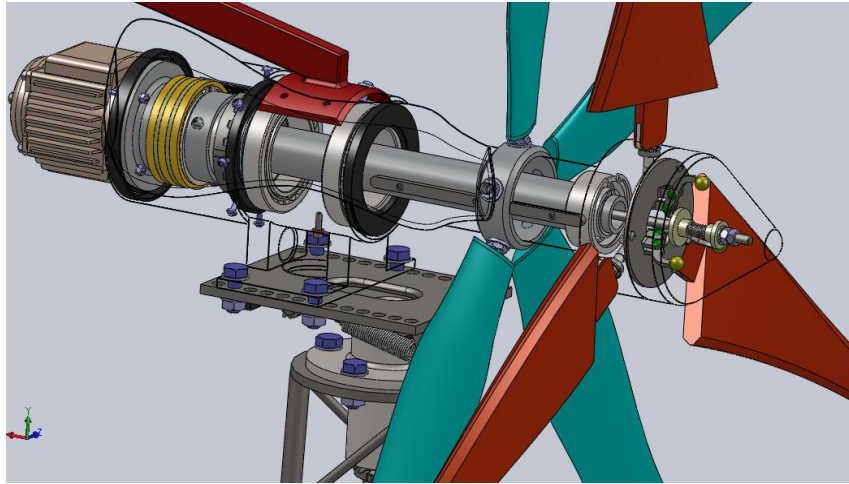
1. Technologie OZE – przykłady innowacyjnych rozwiązań
2. Centrum Badawcze PAN w Jabłonie
3. Domowa elektrociepłownia
  - Problem ze smogiem
  - Zasoby paliw dla mikrośirowni
  - Prototyp mikrośirowni

# Zasoby odnawialne

- Energia słoneczna
- Energia wiatru
- Biomasa
- Energia geotermalna
- Energia cieków wodnych
- Energia fal, prądów i pływów wodnych



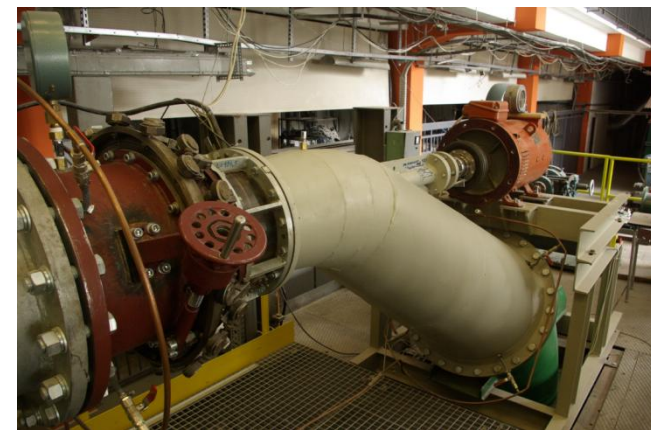
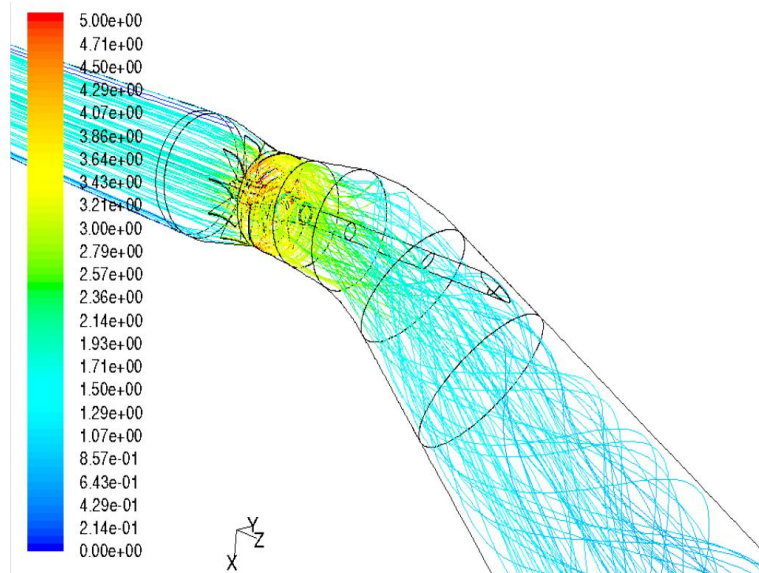
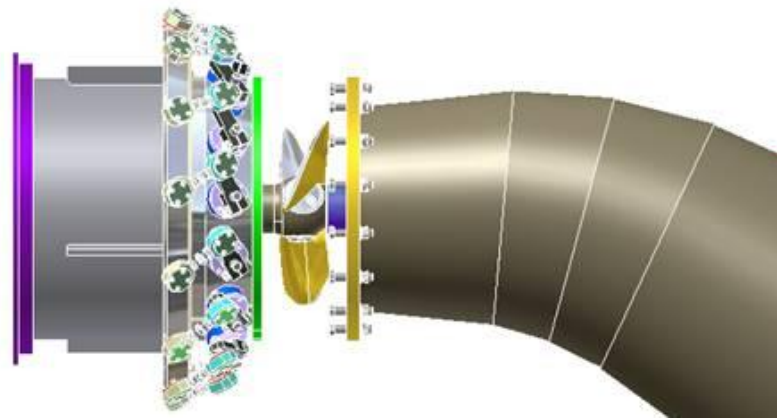
## Dwuwirnikowa siłownia wiatrowa z osią poziomą



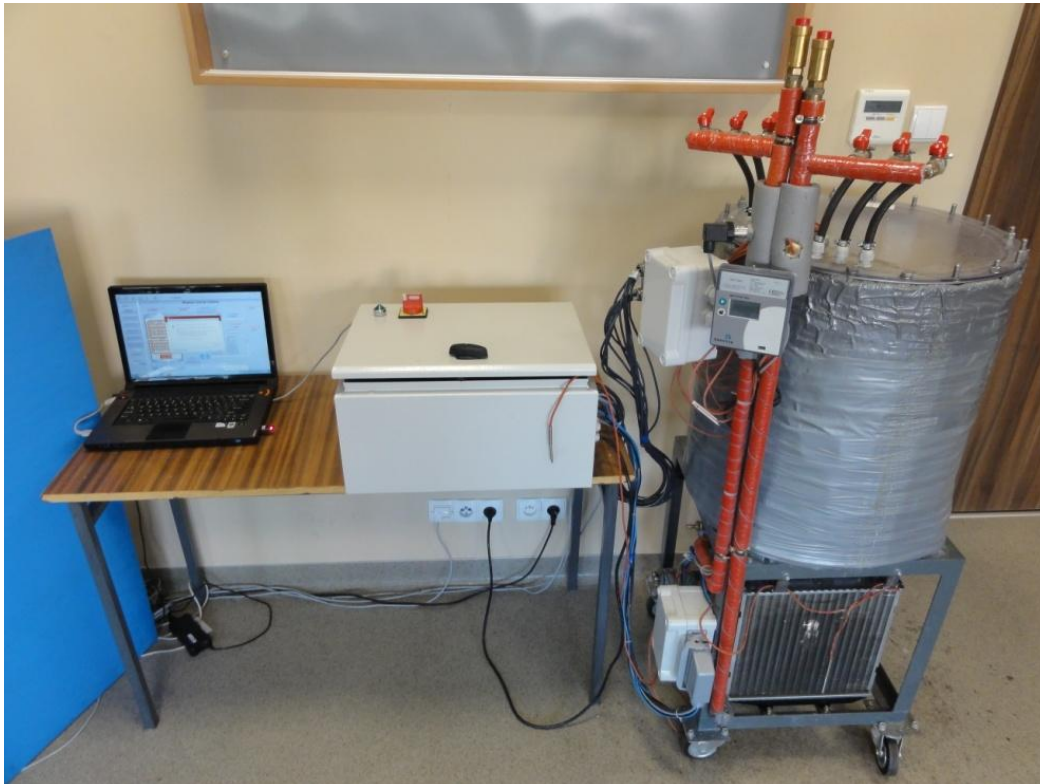
- Obrót wirników (przedniego, tylnego) w przeciwnych kierunkach wywołuje efekt zwiększenia względnej prędkości obrotowej rotora i statora prądnicy.
- Zaproponowane rozwiązanie konstrukcyjne umożliwia zastosowanie w siłowni wiatrowej szybkoobrotowego generatora prądu elektrycznego bez konieczności stosowania multiplikatorów.
- Zastosowane rozwiązanie pozwala na kilkunastoprocentowy wzrost uzyskiwanej mocy.



# Niskospadowa turbina wodna



## Magazyn energii cieplnej w oparciu o PCM



## Magazyn energii elektrycznej





# System SOFTROL

Informatyczny system doradczy dla inwestycji energetycznych w rolnictwie



Unia Europejska  
Fundusz Spójności



# Centrum Badawcze PAN w Jabłonce

KEZO Konwersja Energii i Źródła Odnawialne



Unia Europejska  
Fundusz Spójności





# Centrum Badawcze PAN KEZO w Jabłonnie

Ośrodek badawczy w którym są testowane urządzenia do wytwarzania i magazynowania energii ze źródeł odnawialnych oraz aplikacje informatyczne



Urządzenia i instalacje znajdujące się w Centrum spełniają następujące role:

- Demonstratora nowoczesnych technologii
- Systemów użytkowych
- Obiektu badań

[www.kezo.pl/](http://www.kezo.pl/)



Unia Europejska  
Fundusz Spójności





## Turbiny wiatrowe:

- o osi poziomej
- o osi pionowej (2 turbiny Darrieusa)

[www.kezo.pl/](http://www.kezo.pl/)



## Ogniwa fotowoltaiczne:

- monokrystaliczne
- polikrystaliczne
- PVT
- panele cienkościenne
- panele transparentne
- tracker, BIPV

[www.kezo.pl/](http://www.kezo.pl/)



## Pompy ciepła:

- gruntowe, wysokotemperaturowe z CO<sub>2</sub>
- powietrzne
- absorpcyjne

## Kolektory słoneczne:

- próżniowe typu „heat pipe”
- z bezpośrednim przepływem
- płytowe

## Kotły

- biomasowe
- gazowe kondensacyjne

[www.kezo.pl/](http://www.kezo.pl/)

## Kogeneracja (energia cieplna i elektryczna)



### Systemy gazowe:

- ogniwa paliwowe
- silnik Stirlinga
- silniki zapłonowe
- turbiny gazowe 100kW<sub>e</sub>/165kW<sub>t</sub>
- ogniwa fotowoltaiczne typu PVT

### Układy biomasowe:

- gazyfikator z jednostką CHP i silnikiem spalinowym 30kW<sub>e</sub>/80kW<sub>t</sub>
- Układ CHP z kotłem na pelet i silnikiem Stirlinga

[www.kezo.pl/](http://www.kezo.pl/)





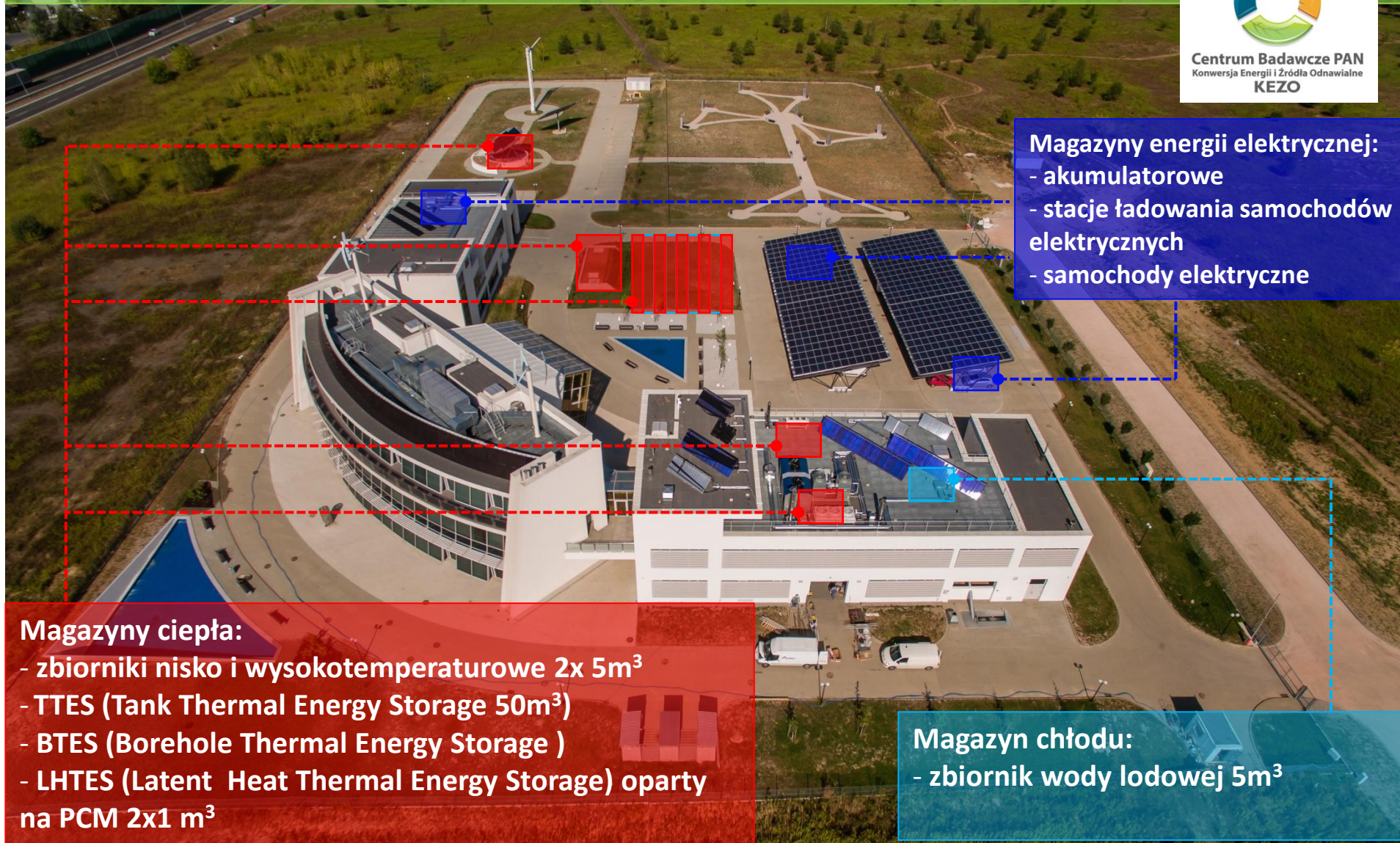
## Pompy ciepła:

- gruntowe, wysokotemperaturowe z CO<sub>2</sub>
- absorpcyjne

## Układy zasilane ciepłem odpadowym:

- współpracujące z kolektorami słonecznymi i stanowiskami badawczymi

[www.kezo.pl/](http://www.kezo.pl/)



**Magazyny energii elektrycznej:**

- akumulatorowe
- stacje ładowania samochodów elektrycznych
- samochody elektryczne

**Magazyny ciepła:**

- zbiorniki nisko i wysokotemperaturowe 2x 5m<sup>3</sup>
- TTES (Tank Thermal Energy Storage 50m<sup>3</sup>)
- BTES (Borehole Thermal Energy Storage )
- LHTES (Latent Heat Thermal Energy Storage) oparty na PCM 2x1 m<sup>3</sup>

**Magazyn chłodu:**

- zbiornik wody lodowej 5m<sup>3</sup>

[www.kezo.pl/](http://www.kezo.pl/)



Ścieżka edukacyjna OZE

## Stanowiska edukacyjne

- Zestaw turbin gazowych
- Gazowa mikroturbina osiowa
- Mikroturbina parowa
- Silnik Stirlinga
- Układ do badania współpracy generatorów prądu



**Centrum Badawcze PAN**  
Konwersja Energii i Źródła Odnawialne  
**KEZO**

[www.kezo.pl/](http://www.kezo.pl/)



# Domowa elektrociepłownia

Mikrosiłownia kogeneracyjna ORC opracowana w IMP PAN w Gdańsku

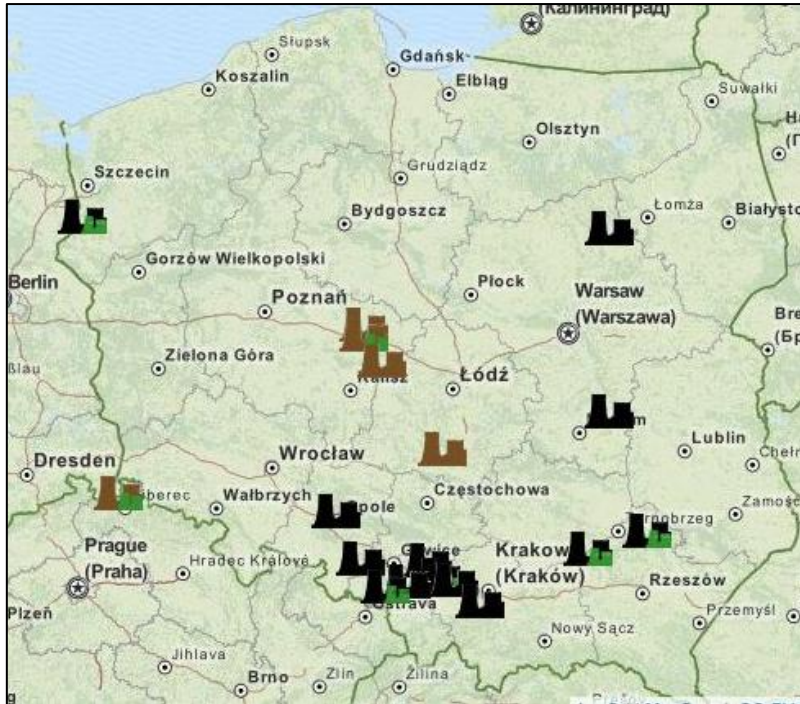


Unia Europejska  
Fundusz Spójności



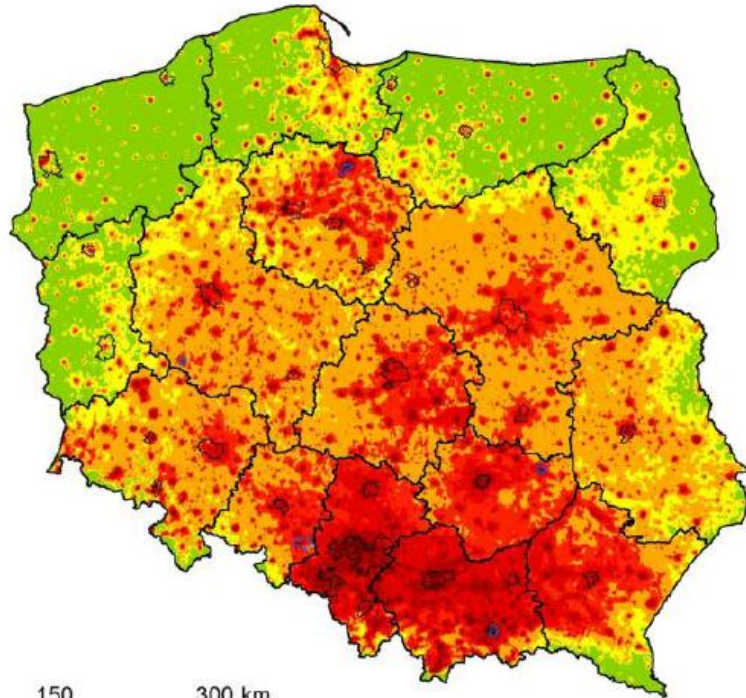
# Duża energetyka w Polsce

- Długi cykl budowy dużych elektrowni: lata, 5 i więcej
- Koszt elektrowni w Opolu ( blok 5 i 6, 1800 MW<sub>e</sub>) ok. 11,6 mld zł
- Inwestorzy: kilku (wielkie koncerny i konsorcja, finansowanie z kredytów)
- Usytuowanie: koncentracja na południu

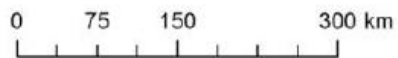
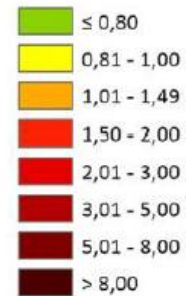


# Zanieczyszczenie powietrza

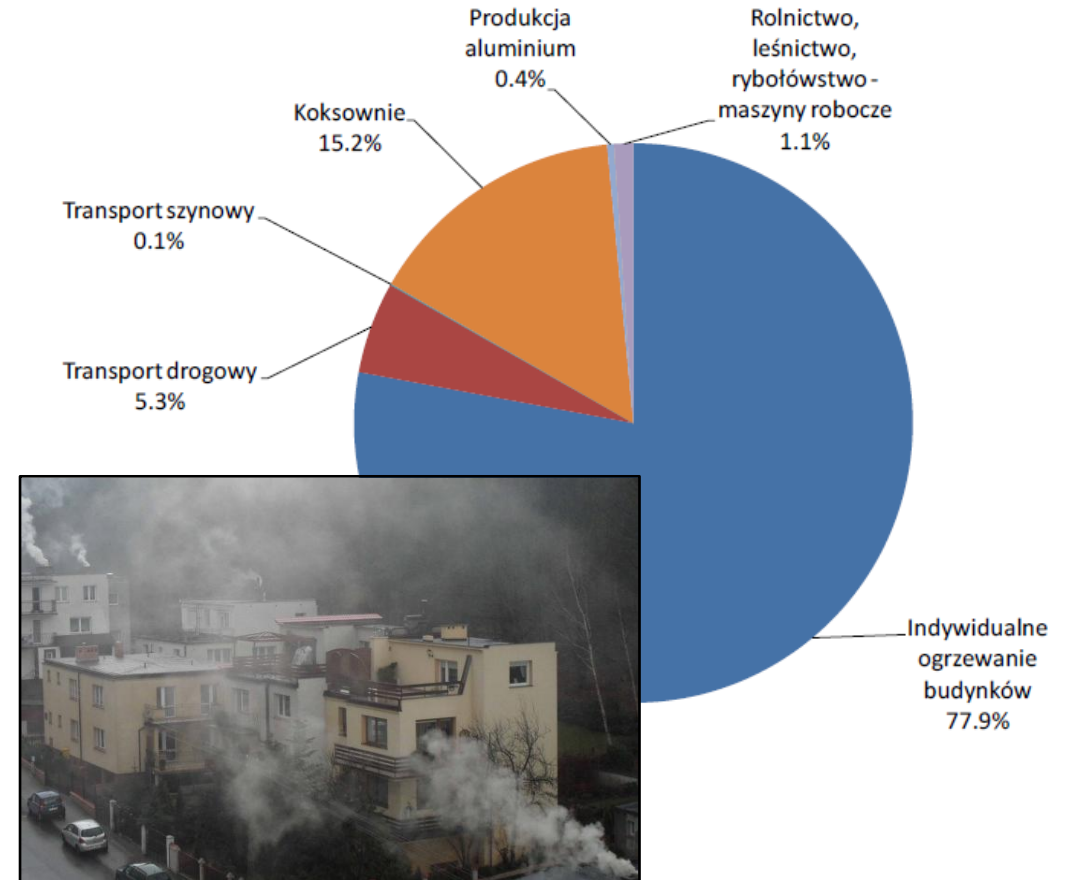
Rozkład średniorocznych stężeń benzo(a)pirenu w roku 2015



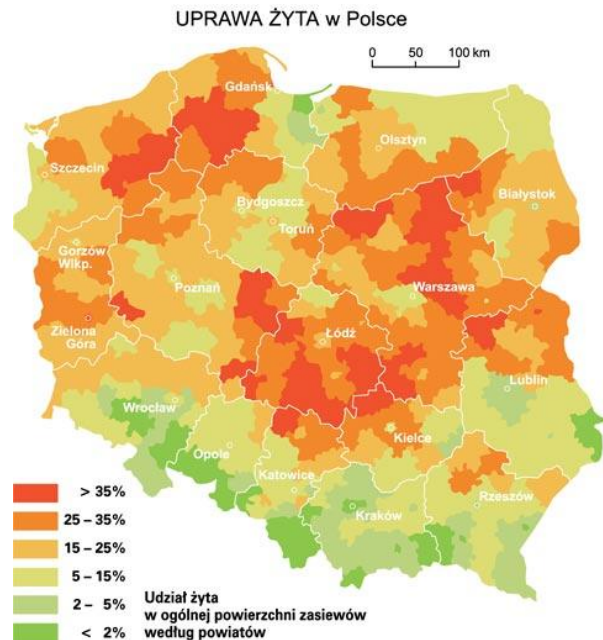
Średnia roczna B(a)P [ng/m<sup>3</sup>]



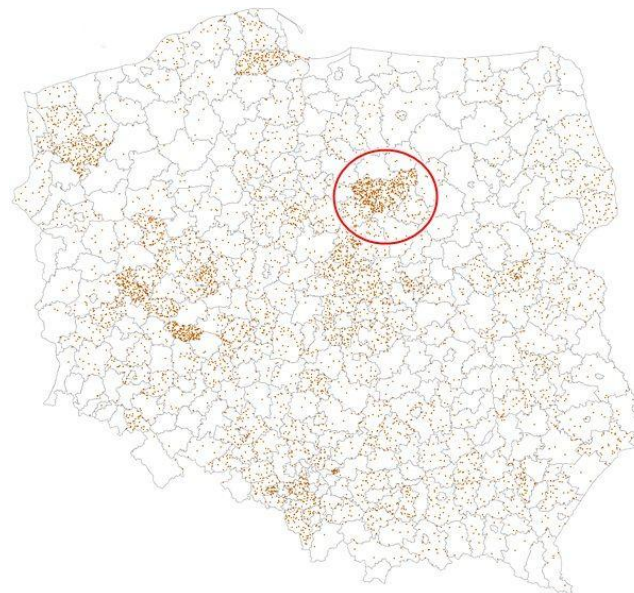
Źródła benzo(a)pirenu



# Paliwo do mikrośirowni dostępne w naszym kraju



Słoma zbóż i rzepaku 5 mln ton  
Łodygi kukurydzy min. 3 mln ton



Obornik kurzy 2 mln ton



Drewno ok. 5 mln ton

Biomasa leśna, rolna i obornik 12-15 mln ton

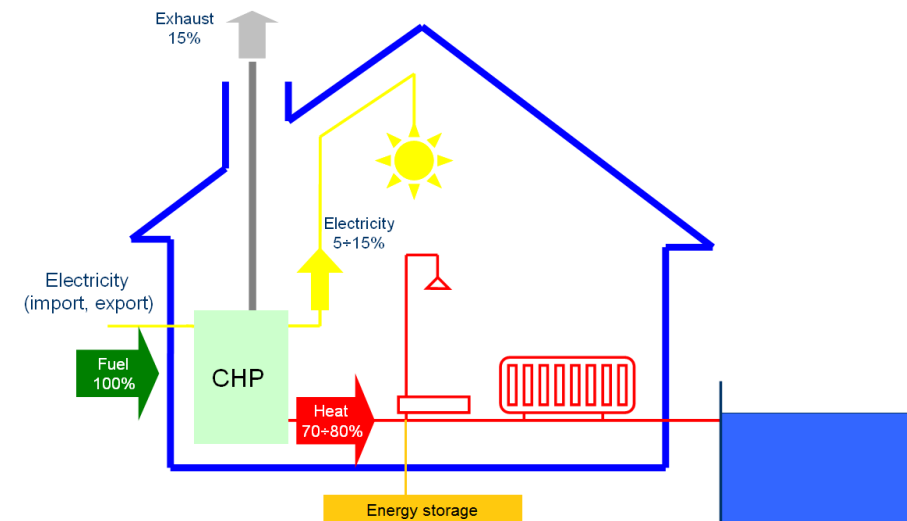
Odpady komunalne RDF ok. 2 mln ton

Paliwa dostępne w całej Polsce!

# Podstawowe cechy układów ORC

- Wytwarzanie energii elektrycznej ze źródeł **nisko- i średniotemperaturowych**
- Współpraca z różnymi źródłami energii cieplnej o mocy **od kilku kW do kilku MW**, w tym:
  - **źródłami ciepła odpadowego** (np. silniki w biogazowniach, upusty pary wodnej)
  - **źródła geotermalne**
  - **układy solarne**
  - **kotły na biomasę**
  - **inne paliwa odnawialne i nieodnawialne**
- Wykorzystanie **innowacyjnych mikroturbin własnej konstrukcji** w zakresie mocy do 1 MWe, w tym **wysokoobrotowych turbogeneratorów bezolejowych**,
- Możliwość zastosowania wymienników ciepła wykorzystujących **innowacyjne metody intensyfikacji wymiany ciepła**
- **Możliwość uzyskania dofinansowania** w ramach projektów polskich i europejskich (np. NCBiR, POIR, IS, H2020)

Konceptcja wykorzystania układu ORC w domu

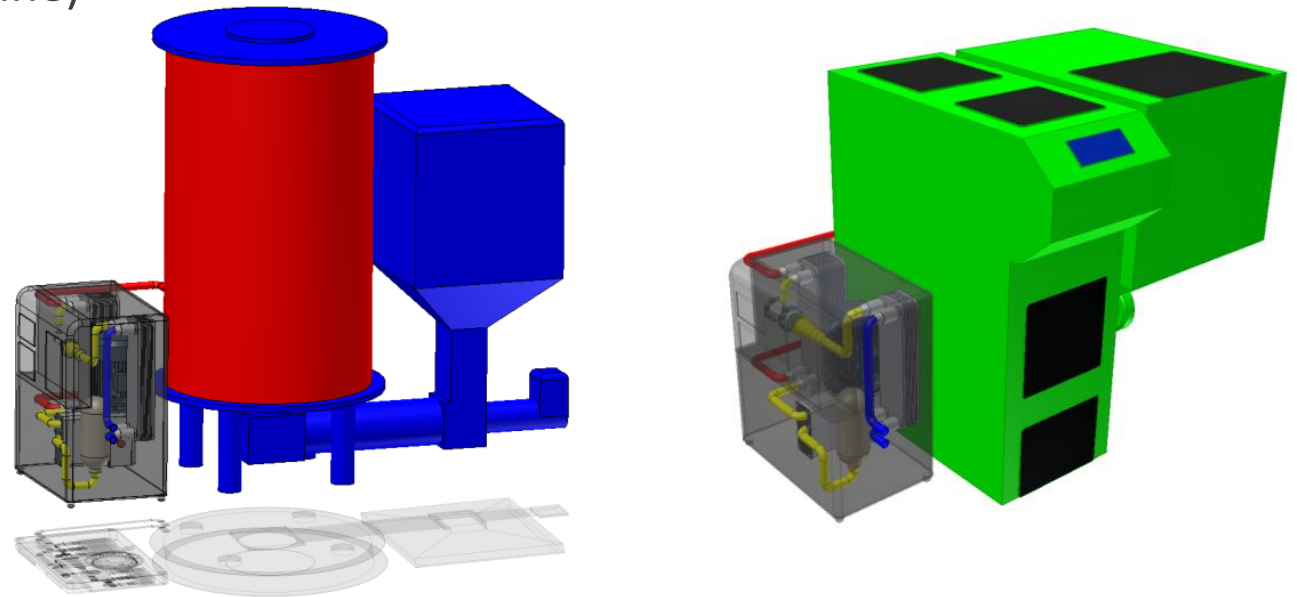


Szerokie możliwości aplikacyjne!

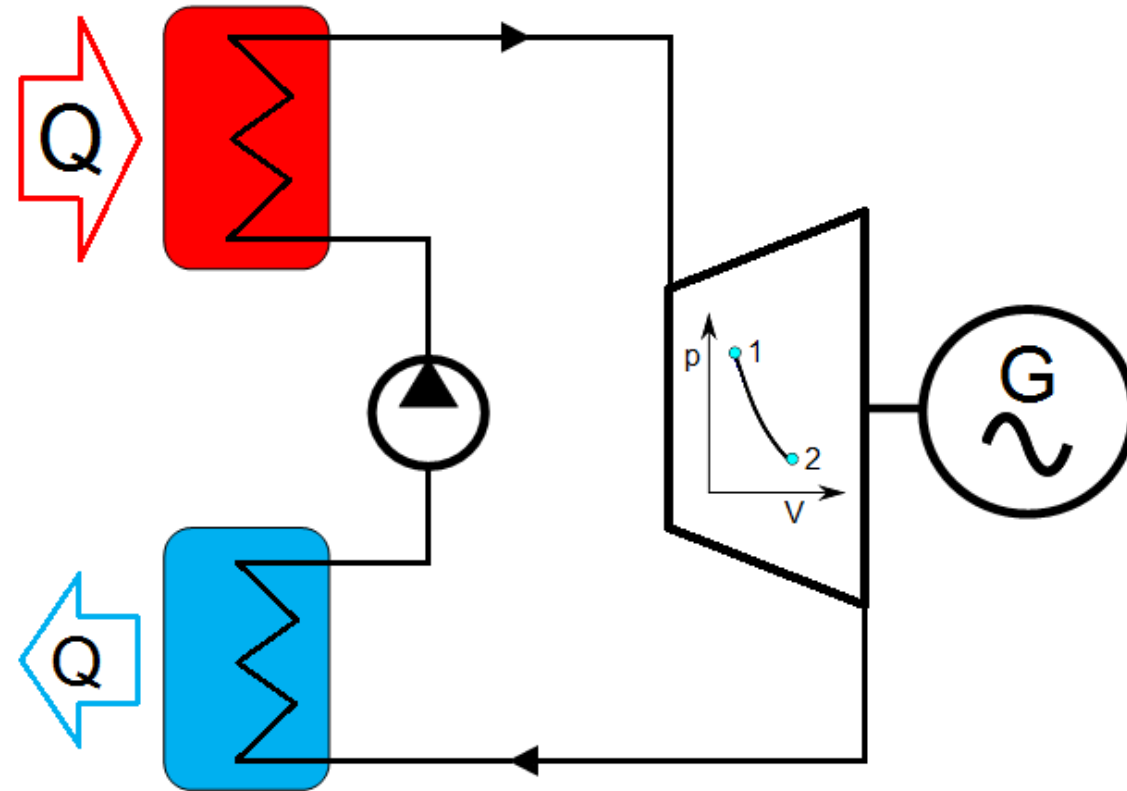
# Konceptcja mikrośirowni kogeneracyjnej ORC z 2008 roku

## Podstawowe założenia:

- moc cieplna ok. 25 kW
- moc elektryczna 2 - 3 kW
- kocioł wielopaliwowy (biomasa, biogaz, i inne)
- obieg Rankine'a (ORC)
- mikroturbina parowa
- małe wymiary
- prosta obsługa



# Podstawowy obieg mikrośirowni kogeneracyjnej ORC



# Laboratorium mikrośirowni kogeneracyjnych w IMP PAN

Badania wymienników ciepła i mikroturbiny



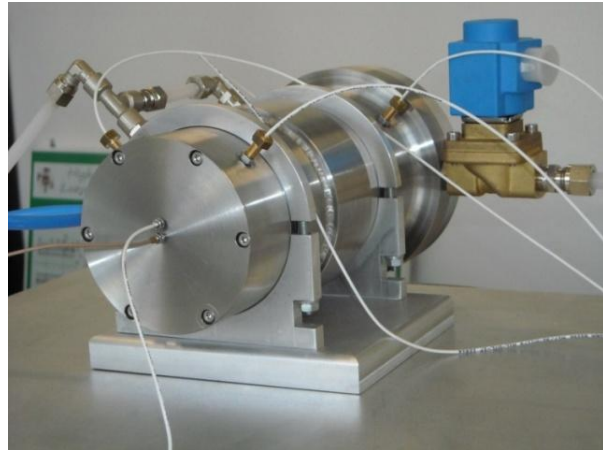
Badania kotła





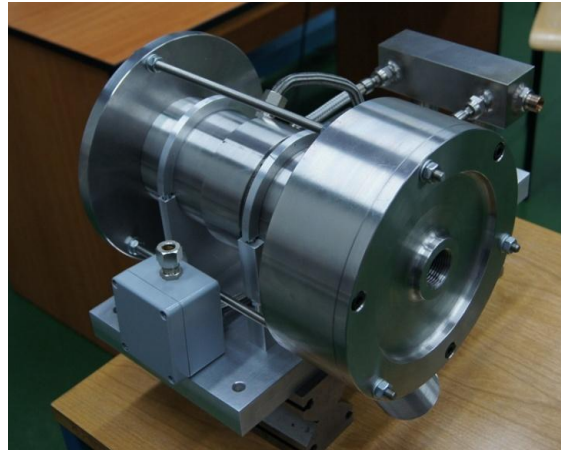
# Opracowane turbogeneratory ORC o mocy 2-3 kW

Mikroturbina promieniowa i naddźwiękowa



Parametry projektowe:

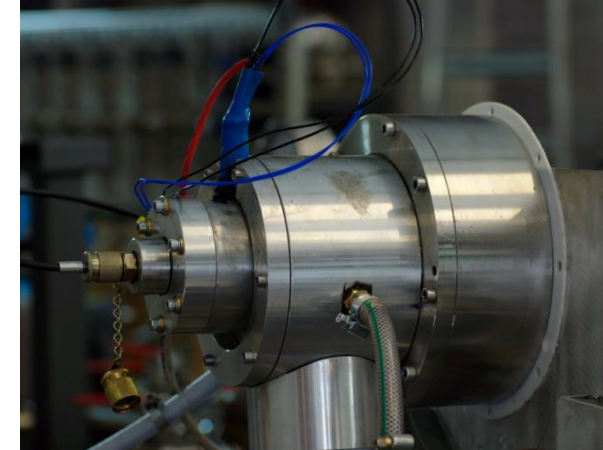
prędkość obrotowa: 23 800 obr/min  
moc elektryczna (nominalna): 2,7 kW  
ciśnienie i temp. pocz.: 11 bar, 153 °C



Parametry projektowe:

prędkość obrotowa: 35 000 obr/min  
moc wewnętrzna: 3,26 kW  
ciśnienie i temp. pocz.: 11 bar, 156 °C

Mikroturbina osiowa

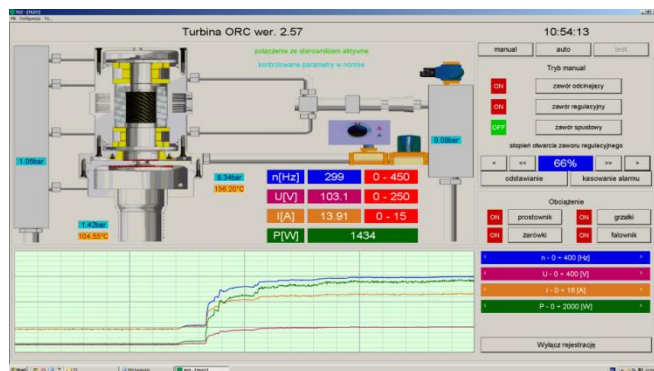


Parametry projektowe:

prędkość obrotowa: ok. 12 000 obr/min  
moc elektryczna (nominalna): 3,0 kW  
ciśnienie i temp. pocz.: 12 bar, 162 °C

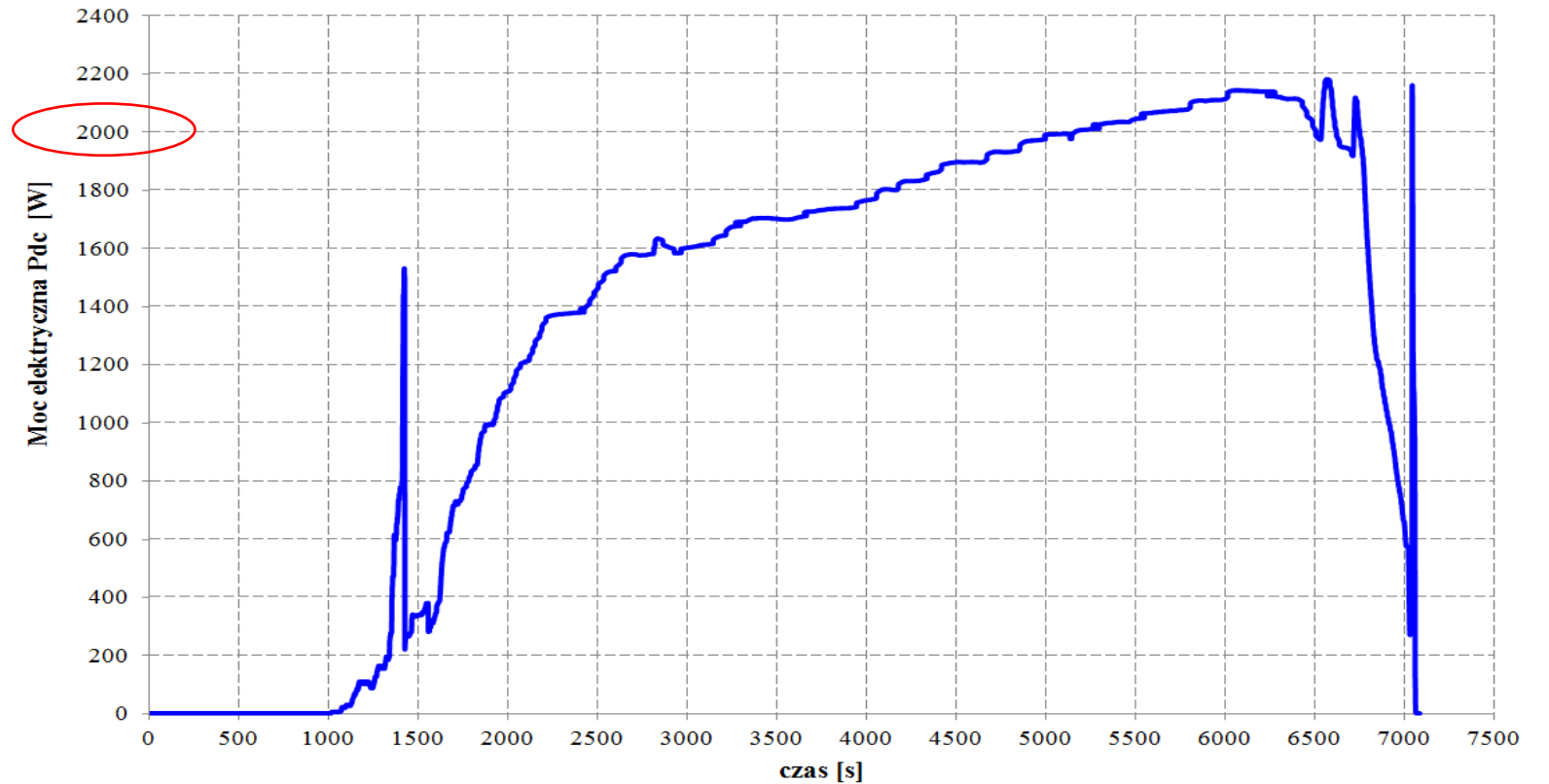
Turbogeneratory hermetyczne opracowane w technologii bezolejowej!

# Pierwsze uruchomienie turbogeneratora ORC



18 październik 2012 r.

# Uzyskanie mocy elektrycznej powyżej 2 kW



18 luty 2014 r.

# Pierwsze uruchomienie prototypu domowej mikrośirowni ORC

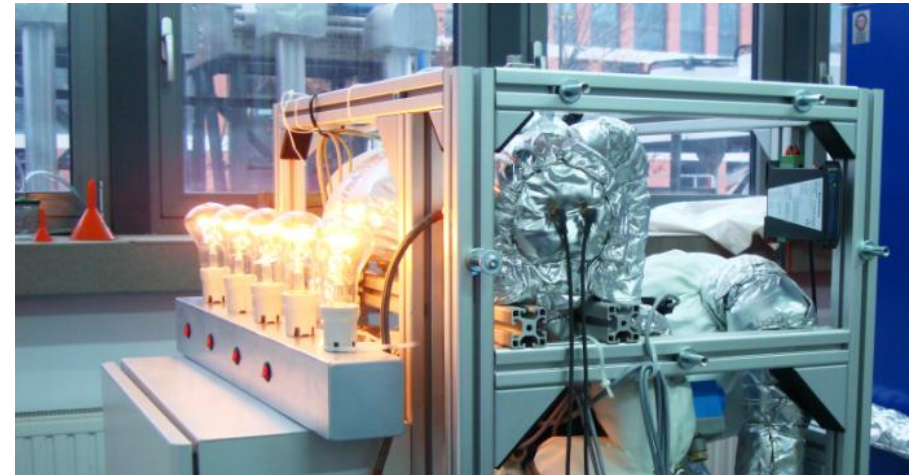
Parametry uzyskane przy pierwszym rozruchu

n2	10380 obr/min
Udc	60V
Idc	8.7A
P	524 W



18 kwietnia 2014 r.

# Domowa mikrośirownia kogeneracyjna ORC



## Dane techniczne:

Wymiary 160x74x74(175) cm

Moc cieplna: 25 kW

Moc elektryczna: 2,5 kW

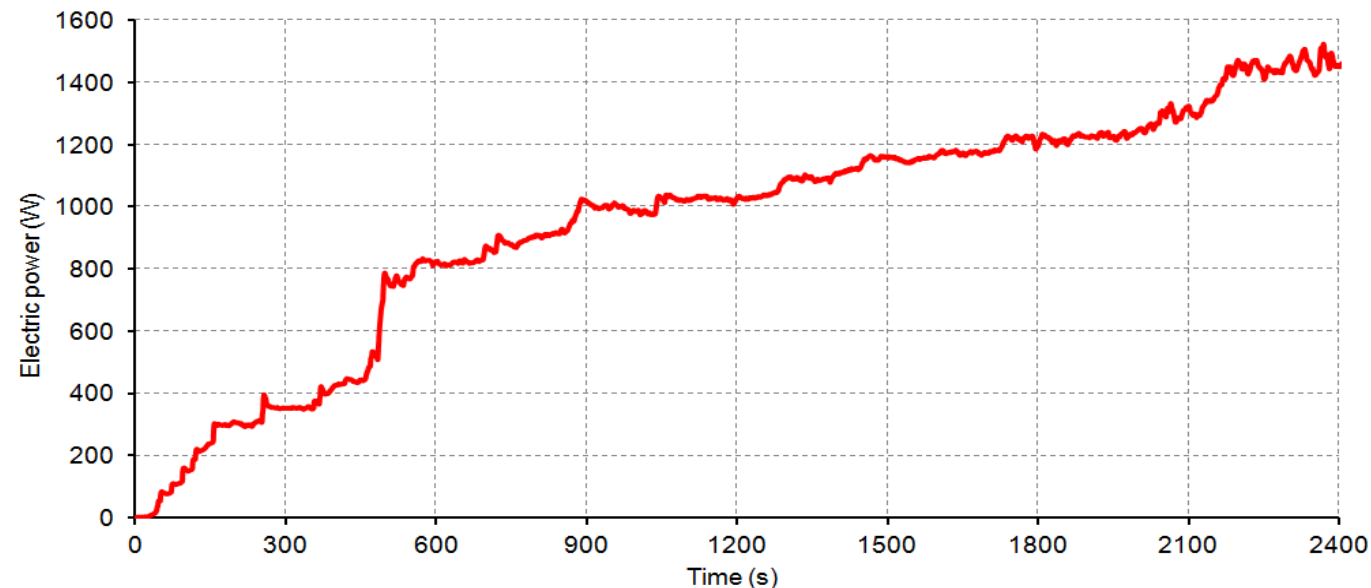
Napięcie wyj.: 230V AC 50Hz

Podstawowe paliwo: biomasa (pelet)

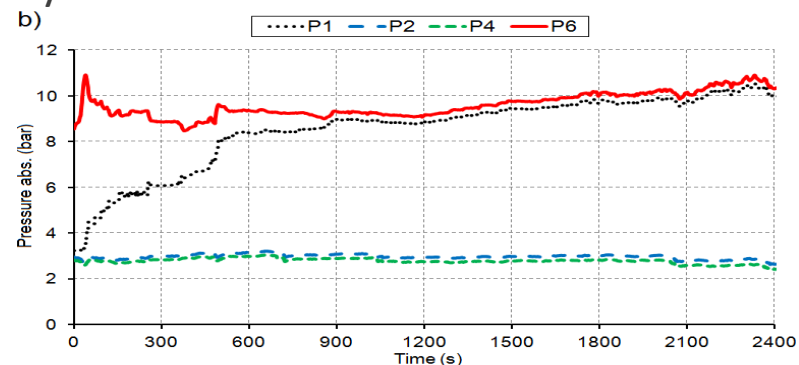
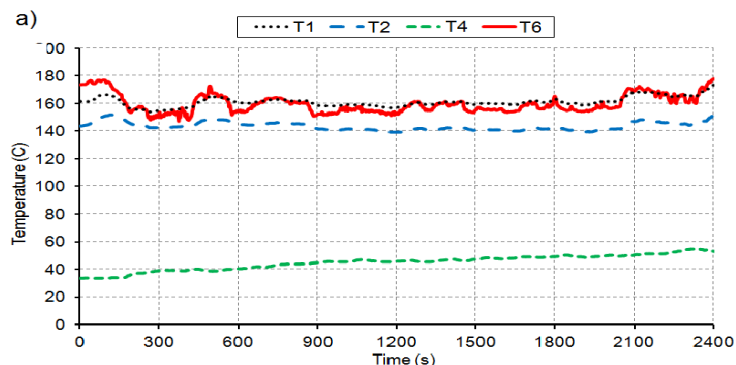
Rozwiązanie chronione wzorami użytkowymi!

# Wybrane wyniki badań mikrośirowni w stabilnych warunkach pracy

## Stopniowy przyrost mocy elektrycznej w czasie pracy układu

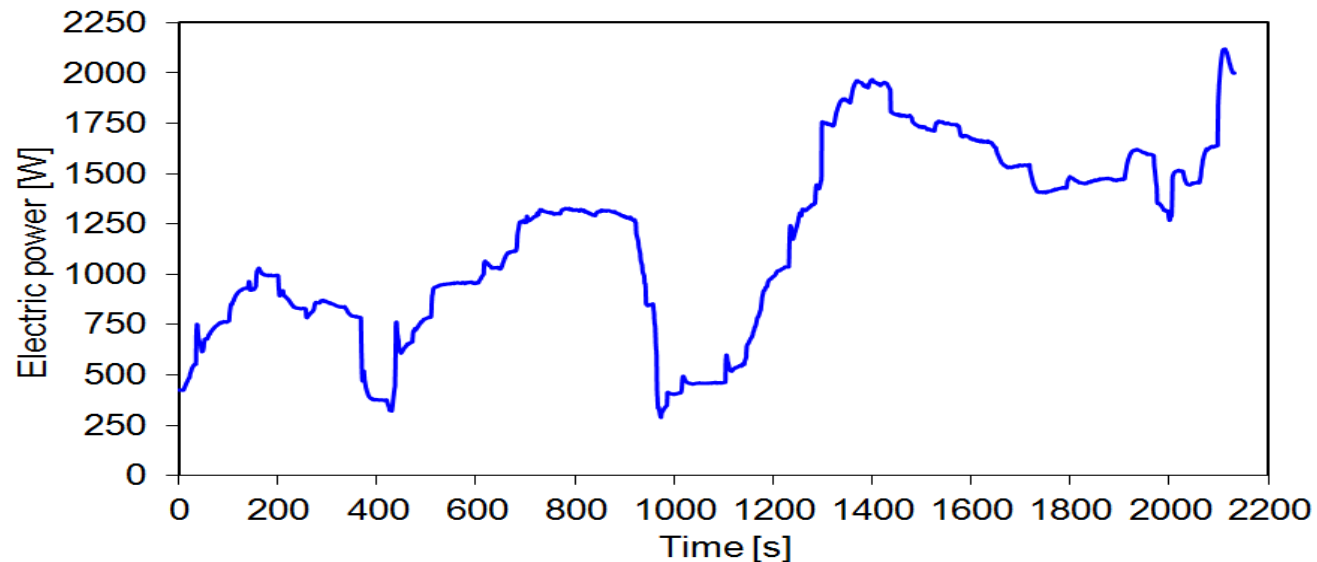


## Zmiany temperatury i ciśnienia

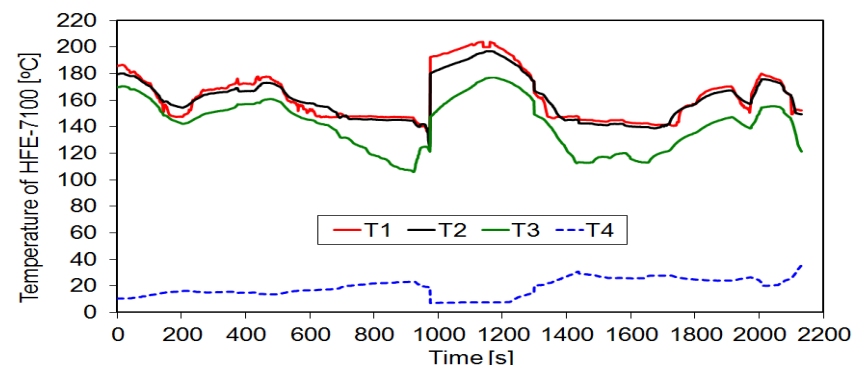
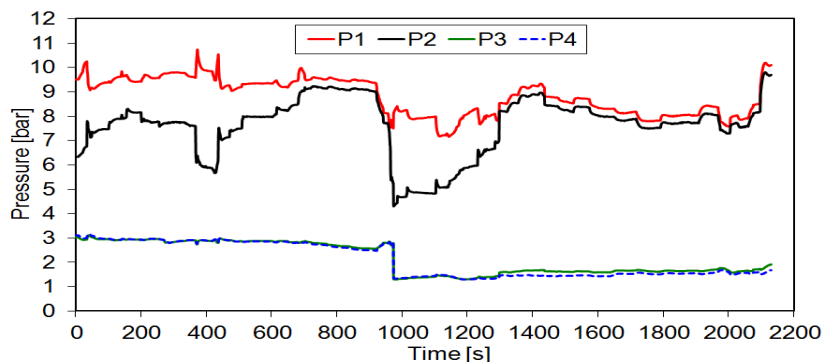


# Wybrane wyniki badań mikrośiłowni w niestabilnych warunkach pracy

## Zmiany mocy elektrycznej w czasie pracy układu



## Zmiany temperatury i ciśnienia



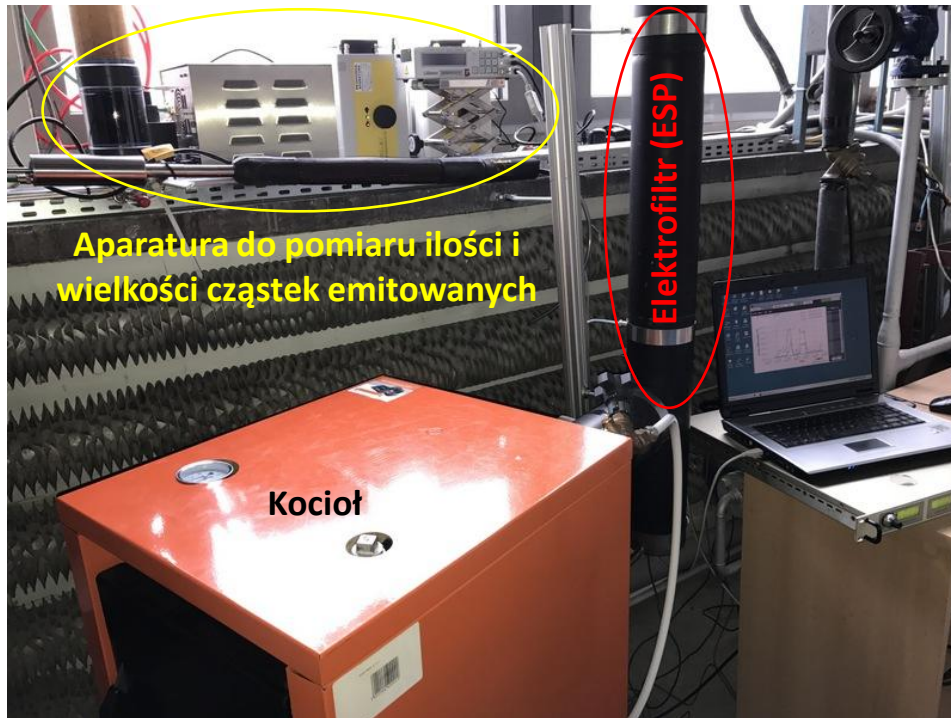
# Mały elektrowfiltr do źródeł niskiej emisji

## Ośrodek Techniki Plazmowej i Laserowej

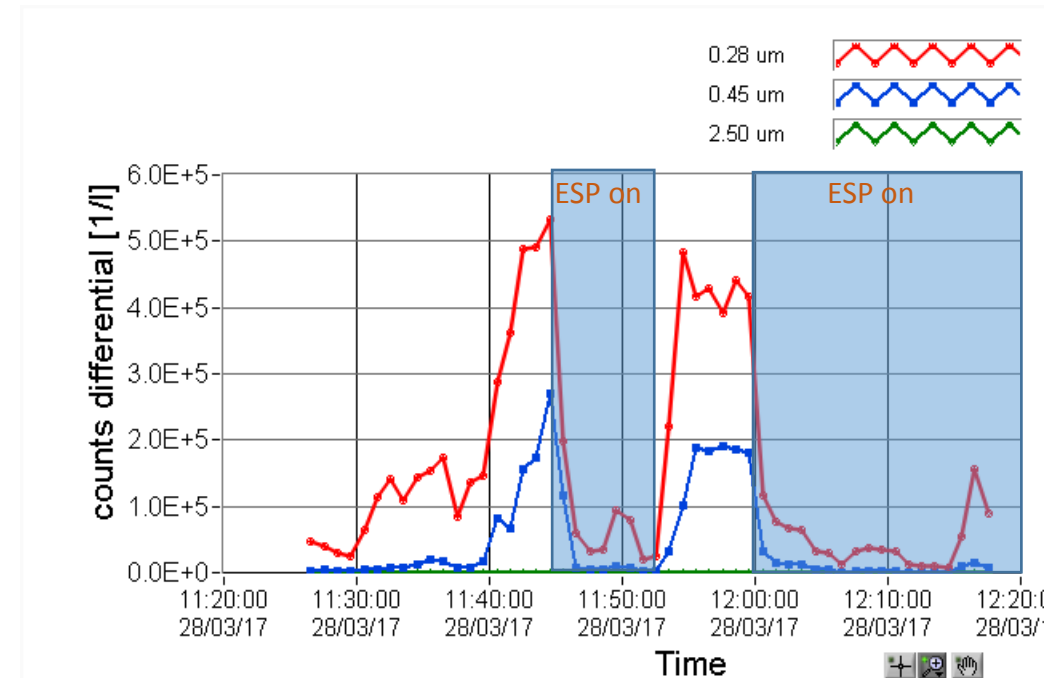
- dr inż. Janusz Podliński
- dr hab. inż. Mirosław Dors

## Ośrodek Energetyki Ciepłej

- dr inż. Marcin Lackowski
- mgr inż. Tomasz Przybyliński



Zdjęcie stanowiska do badania elektrowfiltru



Wyniki pomiaru ilości cząstek emitowanych do atmosfery przy włączonym/wyłączonym elektrowfiltrze



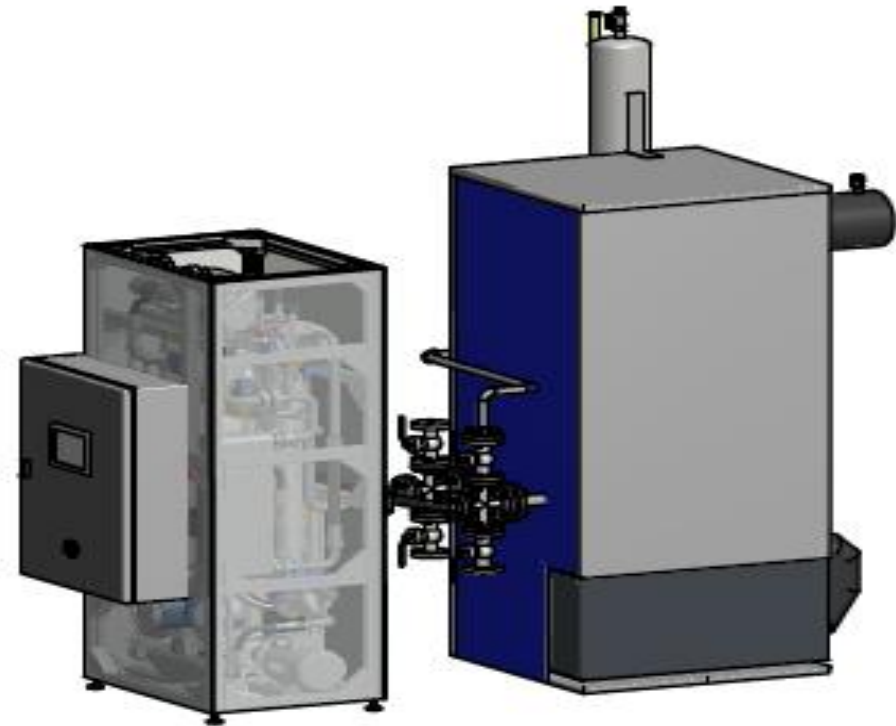
# Charakterystyka opracowanej mikrośiłowni

## Potencjalne miejsca wykorzystania:

- domy jednorodzinne
- gospodarstwa rolne
- budynki użyteczności publicznej
- domy wczasowe

## Podstawowe zalety:

- lepsze wykorzystanie energii paliwa
- energia cieplna i elektryczna z OZE
- większy udział OZE w bilansie energetycznym
- zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego
- możliwość wykorzystania lokalnych zasobów
- możliwość dostosowania mocy do potrzeb
- możliwość sprzedaży nadwyżek energii



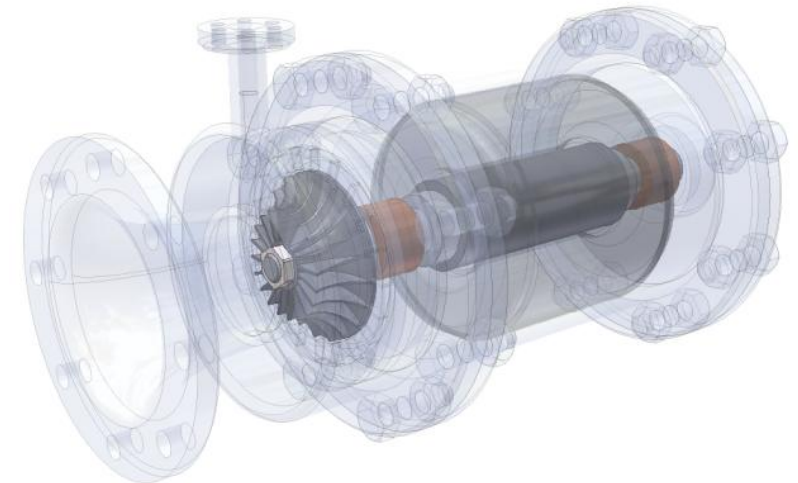
# Innowacyjność mikrosiłowni

## Innowacyjność układów ORC

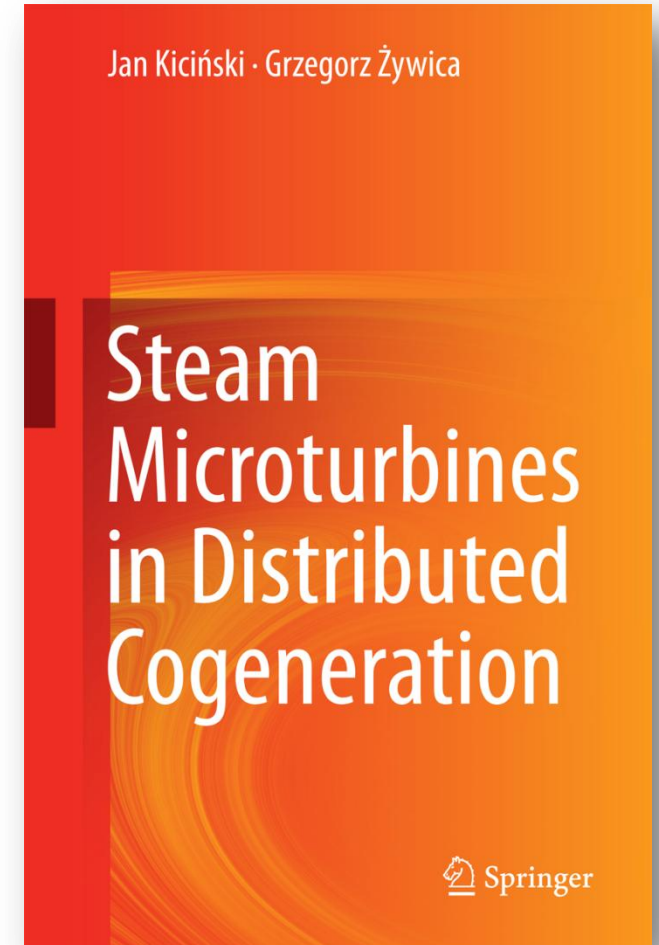
- Skalowalność i dopasowanie do użytkownika (od 1 kWe)
- Wykorzystanie biomasy, węgla oraz innych paliw i odpadów
- Praca w zakresie niskich temperatur
- Innowacyjne metody optymalizacji – wysoka sprawność
- Niski poziom drgań i hałasu (możliwość stosowania w domach)
- Bardzo mała konkurencja (lub jej brak)

## Innowacyjność turbogeneratorów ORC

- Technologia bezolejowa
- Kompaktowa konstrukcja
- Innowacyjne systemy łożyskowania
- Bezawaryjność (długie okresy między przeglądami)
- Wykorzystanie tworzyw sztucznych



# Nagrody, wyróżnienia i publikacje



# SARK

## Komercjalizacja



POIR - Bony na innowacje dla MŚP

**Projekt nr POIR.02.03.02-22-009/15**

„Opracowanie nowego produktu - mikroturbiny o mocy 1kW z elementami z tworzyw sztucznych oraz niewymagającej smarowania olejowego (...)”

**Projekt nr POIR.02.03.02-22-0010/15**

„Opracowanie nowego produktu – nowatorskiego konstrukcyjnie kotła wielopaliwowego o mocy 15-20 kW z eliminacją stosowania oleju termalnego (...)”

